

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

Výtahová technologie
Lifts Technology

Student: Dominik Žížka
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Bernat, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Žižka**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Výtahová technologie.
Lifts Technology.**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Historický vývoj výtahové technologie v ČR, základní typy a prvky řízení.
Pohony výtahů, základní členění, používané typy strojů a soustrojí.
Vícekritériální porovnání základních mechanických, elektrických a užitných vlastností vybraných typů pohonů výtahů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Hrabovcová, V. a kol.: Meranie a modelovanie elektrických strojov, Žilinská univerzita, 2014
Chmelík, K., Pospíšilík, J.: Elektrické stroje v energetice, VŠB Ostrava, 2003
Petrov, G.N.: El. stroje 1 a 2, ACADEMIA 1980
Další dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Bernat, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016



prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 29. 4. 2016

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters. The signature is written over a horizontal dotted line.

Dominik Žížka

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Bernatovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady a vstřícný přístup. Rovněž děkuji zástupcům firem Výtahy - Elektro Žižka s r. o. a Elektropohony s r. o. za poskytnuté materiály a informace.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním různých typů výtahů a jejich energetické náročnosti. Její hlavní náplní je přiblížení používaných systému řízení a pohonů v České republice. Práce také obsahuje reálné porovnání dvou různých výtahů v běžných provozních podmínkách a popis systému VDI4707 pro určení energetické náročnosti výtahů na kterou se v poslední době začíná klást čím dál větší důraz.

Klíčová slova

Výtah, pohon, zatížení, účinnost, ovládání, spotřeba, protizávaží, energetická náročnost

Abstract

The study is concerned with a comparison of various types of elevators and their energy demands. Its main activity is the approach used by the management system and drives in the Czech Republic. The work also includes a fair comparison of two different elevators in normal operating conditions and system description VDI4707 to determine the energy performance of elevators which recently starting to put more and more emphasis.

Key words

Lift, machine, load, efficiency, kontrol, consumption, counterweight, energy efficiency

Obsah

Seznam zkratk.....	7
Seznam ilustrací	8
Seznam tabulek.....	9
1 Úvod	10
2 Historický vývoj výtahové technologie v ČR, základní typy a prvky řízení.....	11
2.1 Historie výtahů na území České republiky.....	11
2.2 Současný vývoj výtahů.....	12
2.3 Nařízení vlády ČR.....	12
2.4 Charakteristika výtahů.....	13
2.5 Parametry výtahů.....	13
2.5.1 Základní parametry.....	13
2.5.2 Doplnující parametry.....	14
2.6 Základní části výtahu a jeho příslušenství.....	14
2.6.1 Prostory pro strojní zařízení a kladky.....	15
2.7 Rozdělení výtahů v současnosti.....	17
2.7.1 Další kritéria pro rozdělení výtahů	18
2.8 Prvky řízení výtahů	19
2.8.1 Reléové řízení výtahů	19
2.8.2 Řízení výtahu pomocí řídicí jednotky	22
2.8.3 Komponenty potřebné k provozu	23
3 Pohony výtahů, základní členění, používané typy strojů a soustrojí.....	25
3.1 Pohony výtahů.....	25
3.2 Základní členění	26
3.3 Používané typy strojů a soustrojí.....	27
3.3.1 Stejnosměrný motor s cizím buzením	27
3.3.2 Asynchronní motor s kotvou nakrátko	28
3.3.3 Asynchronní motor kroužkový.....	29
3.3.4 Synchronní motor s permanentními magnety.....	31
4 Vícekriteriální porovnání základních mechanických, elektrických a užitných vlastností vybraných typů pohonů výtahů.....	32
4.1 Asynchronní převodový stroj	32
4.2 Synchronní bezpřevodový stroj.....	33
4.3 Energetická úspora	34
4.3.1 Porovnání převodový stroj proti bezpřevodovému	34
4.3.2 VDI4707 2009.....	35
4.4 Trakční výtah s protizávažím, pohony	38

5 Závěr.....	40
Seznam zdrojů.....	41
Příloha č. 1.....	43

Seznam zkratk

ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci.
ČSN	Česká technická norma
CE	Evropská shoda, což znamená, že výrobek splňuje evropské předpisy.
ES	prohlášení o shodě
μF	mikrofarad-jednotka kapacity
m/s	metr za sekundu – jednotka rychlosti
ss motor	stejnoseměrný motor
as motor	asynchronní motor
Y	Zapojení třífázového motoru do „hvězdy“
D	Zapojení třífázového motoru do „trojúhelníku“
P	výkon ve W
U_0	sdružené napětí
I	Proud
$\cos\varphi$	účinník
H	účinnost motoru.
\varnothing	Průměr trakčního kola
Wh	watthodina – spotřeba elektrické energie za hodinu
Kg	Kilogram
t	tuna

Seznam ilustrací

Obr. 2.1	Základní části výtahů
Obr. 2.2	Rozdělení výtahů
Obr. 2.3	Schéma zapojení volby jízdy N (nahoru) / D(dolů)
Obr. 2.4	Schéma zapojení voleb (přivolání do pater)
Obr. 2.5	Výtahový rozvaděč s ovládacími prvky a patrovou vložkou (vlevo uprostřed)
Obr. 2.6	Řídící algoritmus
Obr. 2.7	Rozvaděč s řídicí jednotkou uprostřed a frekvenčním měničem vpravo nahoře
Obr. 3.1	Popis stejnosměrného cize buzeného motoru
Obr. 3.2	Příklad zapojení svorkovnice (přívodní kabel je na svorkách U1, V1 a W1)
Obr. 3.3	Příklad kroužkového asynchronního motoru
Obr. 3.4	Momentová charakteristika při rozběhu kroužkového motoru
Obr. 4.1	Asynchronní stroj s převodovkou a trakčním kolem
Obr. 4.2	Synchronní bezpřevodový stroj
Obr. 4.3	Klasifikace energetické účinnosti v souladu s VDI4707
Obr. 4.4	Graf o měsíčním provozu výtahu
Obr. 4.5	Zvedaná hmotnost proti zatížení kabiny u výtahu bez protizávaží
Obr. 4.6	Zvedaná hmotnost proti zatížení kabiny pro trakční výtah s protizávažím (bez rekuperace)

Seznam tabulek

Tab. 3.1 Druhy používaných elektromotorů

Tab.4.1 Porovnání 2-rychlostního polově přepínatelného motoru s 1 rychlostním as. motorem

1 Úvod

V této bakalářské práci se zabývám výtahovou technologií. V současnosti se ve většině ať už panelových domech, obchodních centrech či jiných zařízeních setkáme právě s výtahem, který slouží nejen pro přepravu osob z jedné stanice do stanice druhé, ale také pro přepravu nákladů což mnoha lidem usnadní a urychlí dopravu mezi jednotlivými podlažími a ulehčí přepravu těžkého nákladu.

Bakalářskou práci jsem rozdělil do pěti hlavních kapitol dle bodů zadání z nichž první je úvod bakalářské práce a pátá kapitola je závěr.

V druhé kapitole se zabývám historickým vývojem výtahu v České republice. Popis tohoto vývoje sahá až do současnosti, kdy jsou spolu s charakteristikou této doby vypsána současná vládní nařízení České republiky, která jsou nutná v oblasti výtahové technologie dodržovat. Dále se zabývám rozdělením výtahů a jejich stručnou charakteristikou, prvky řízení. V závěru první kapitoly jsou detailně popsány jednotlivé části výtahu.

V třetí kapitole je popsáno členění, druhy a typy pohonů používané ve výtahové technice a jejich použití, rozdělení.

Ve čtvrté kapitole je provedeno srovnání výtahů po energetické stránce, kde jsme měřeními dosáhli výsledků, které nám ukázaly energetickou náročnost výtahů a jejich komponentů s nimi spojených.

Cílem mé bakalářské práce je kromě přiblížení výtahové technologie v České republice hlavně porovnání různých typů výtahů dle jejich energetické náročnosti.

2 Historický vývoj výtahové technologie v ČR, základní typy a prvky řízení.

V této kapitole bude přiblížen historický vývoj výtahů na území České republiky, dále pak současný vývoj výtahů, popsány hlavní části výtahů a jeho parametry a také budou charakterizovány základní typy výtahů a jeho jednotlivé prvky.

2.1 Historie výtahů na území České republiky

Historie používání zdvihacích zařízení na území ČR je zaznamenána od 15. století, kdy těžaři v kutnohorských stříbrných dolech používali ruční vrátky, u nichž byl na laně upevněn velký kožený vak. Havíř v něm byl spouštěn do jámy a vak naplněný rudou pak vytahován na povrch.

Dále jsou v díle saského lékaře a přírodovědce Georga Bauera „Georgii Agricolae de re metallica libri XII“ z počátku 16. století popsány různé druhy těžních strojů používaných v Jáchymově při dobývání stříbrné rudy.

Jednalo se o vrátky poháněné zvířecí silou nebo vodním dvojčinným kolem. Pokud se týká instalace výtahů na území ČR, existuje sice jistý fázový posun oproti jiným výše uvedeným státům, nicméně je zcela zanedbatelný a pouze potvrzuje šikovnost a schopnosti českých techniků i v tomto oboru, jak dokládají dále uvedená fakta.

1876 – firma Breitsfeld – Daněk, Ústí nad Labem nainstalovala první výtah pro dopravu nákladů do pivovaru v Litoměřicích. Firma dále v letech 1876 až 1900 vyrobila na 40 výtahů, převážně nákladních, s parním pohonem do velkých průmyslových podniků jako jsou cukrovary, lihovary, pivovary, doly, třídírny uhlí atd.

1895 – firma Ing. Edvarda Schliegela, Brno nainstalovala první výtah s elektrickým pohonem na území ČR.

1896 – firma Phillipi z Wiesbadenu nainstalovala na zámku v Konopišti výtah s vodním pohonem, který byl zajišťován čerpadlovou stanicí umístěnou v budově pod hrází rybníka.

1913 – firma Bohuslava Červenky, Praha nainstalovala 2 páternostery vlastní výroby do budovy radnice v Praze a paláce Melantrich.

Z dalších významných výtahových firem, založených na území ČR ve druhé polovině 19. století a dále, je nutné zmínit firmy: Jan Prokopec, Královské Vinohrady (1853), A. Bílek, Brno (1857), Jung & Rachel, Liberec (1872), ČKD Praha (1900), Ing. Jaroslav Moučka, Praha (1905), Josef Malý, Praha (1909). [7] [8]

2.2 Současný vývoj výtahů

V současném období je výtahová technika poznamenána neustálým zlepšováním dosavadních konstrukcí, aplikací nových netradičních návrhů a způsobů jejich využití. Bylo zjištěno, že v oblasti běžných výtahů nebude zapotřebí zvyšovat jejich nominální rychlost vzhledem ke krátkým dráhám mezi stanicemi. Bylo by totiž nutné zvýšit hodnotu zrychlení (zpomalení), což by se u cestujících projevovalo negativními přechodovými stavy. Rychlost otevírání a zavírání dveří odpovídá v současnosti optimální úrovni bezpečnosti provozu. Taktéž mikroelektronika prochází velkým pokrokem v oblasti řízení, ovládání a signalizace. Všechny moderní výtahy jsou v dnešní době řízeny pomocí mikroprocesorů, díky kterým umožňuje výtahový řídicí systém změnu uživatelských parametrů výtahu v reálném čase. To vede ke zvýšení plynulosti a efektivnosti vertikální dopravy. V poslední době je kladen legislativní důraz na přizpůsobení výtahů (nejen svým vybavením) potřebám osob s omezenou schopností pohybu a orientace. [6]

2.3 Nařízení vlády ČR

Nároky kladené na technické požadavky na výtahy jsou upraveny nařízením vlády č. 27/2003 Sb. Výtahem se dle tohoto nařízení rozumí každé zdvihací zařízení obsluhující různé výškové úrovně (patra nebo plošiny) s nosnou částí (klecí) pohybující se mezi vodítky. Vodítka jsou pevná a odkloněná od vodorovné roviny v úhlu větším než je 15° . Pak jsou tato zařízení určena k přepravě osob, osob a nákladů nebo pouze nákladů, pokud je nosná část přístupná tak, že se na ni dá bez problémů vstoupit a je možné daný výtah ovládat ovládacím zařízením v dosahu obsluhy. Podle tohoto nařízení lze považovat za výtah i zdvihací zařízení, u kterých se nosná část nepohybuje mezi pevnými vodítky. Na tohle nařízení vlády se ale nevztahují na zdvihací zařízení, u kterých se rychlost pohybuje pod $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, na stavební výtahy, na lanové dráhy, na výtahy speciálně navržené pro policejní či vojenské účely, na důlní výtahy, na zdvihací zařízení v dopravních prostředcích a jevištích. Dle nařízení vlády č. 27/2003 Sb. je každý výrobce výtahu nebo bezpečnostních komponent povinen své výrobky označit značkou CE, čímž přebírá odpovědnost za konstrukci, výrobu, montáž a uvedení výtahu na trh a současně vydává ES prohlášení o shodě, jenž znamená, že je ve shodě s harmonizovanými českými technickými normami, případně se zahraničními technickými normami přejímajícími v členských státech Evropské unie harmonizované evropské normy. Označení CE vyjadřuje, že výtah splňuje všechny technické požadavky stanovené ve všech právních předpisech, které se na ně vztahují. Značka CE musí být umístěna vždy na viditelném místě ve výtahové kleci. Za značkou CE musí být uvedeno identifikační číslo autorizované osoby, která provádí odborné a technické zkoušky a inspekce. Pro zajištění bezpečnosti při práci s výtahem musí být v každé kabině umístěn návod na obsluhu v českém jazyce. [4]

Výtah nebo bezpečnostní komponent mohou být uvedeny na trh a do provozu pouze za podmínky, že nezpůsobí ohrožení zdraví a bezpečnosti osob nebo majetku, jsou správně namontovány, udržovány a užívány v souladu s předpokládaným účelem. Při posuzování shody procházejí výtahy a

bezpečnostní komponenty závěrečnou inspekci, při které dochází k posouzení dokumentace, zda se výtah uváděný do provozu shoduje s typovým výtahem, na něhož byl vydán certifikát. Dále je součástí závěrečné inspekce funkční zkouška nezatíženého a maximálně zatíženého výtahu, aby se ověřila správná montáž a funkce bezpečnostních zařízení. [4]

U výtahů je důležité dbát na bezpečnost při přepravě osob a provádět pravidelné provozní, servisní a odborné prohlídky. Norma ČSN 27 4002 byla vypracována speciálně pro provoz a servis výtahů. Tato norma klade požadavky na zajištění bezpečnosti provozu výtahů a uvádí termíny odborných prohlídek, které zjišťují technický stav výtahů. [3] [5] [6] Při provozní prohlídce jsou kontrolovány viditelné části výtahu a ověřována jejich správná funkce. Výtah musí splňovat provozní způsobilost. U výtahů sloužících k přepravě osob tento typ prohlídky probíhá jednou za 2 týdny. [2] U odborné prohlídky se provádí technická prohlídka výtahu, kontrola funkčnosti bezpečnostních prvků, komponent a ostatních zařízení výtahu za účelem zjištění jejich momentálního stavu. U výtahů sloužících k přepravě osob se odborná prohlídka provádí každé 3 měsíce. Odbornou zkoušku provádíme u výtahů každé 3 roky. [5]

2.4 Charakteristika výtahů

Výtah je strojní zařízení, sloužící k přerušovanému nebo plynulému zvedání nebo spouštění osob a předmětů mezi dvěma nebo několika stálými místy. Jeho předpisy pro stavbu nebo rekonstrukci jsou popsány v příloze č. 1. U výtahu s přerušovaným pohybem probíhá nastupování a vystupování osob nebo vykládání a nakládání předmětů při stojící kleci. Výtahy s plynulým provozem umožňují nástup a výstup osob za jízdy (tzv. páternostery). Břemena a přepravované osoby jsou v době pohybu výtahu v kleci. Klec se pohybuje po dráze přesně vymezené podél pevných vodiček, které jsou zakotveny v šachtě výtahu. Klec je zavěšená na několika nosných prvcích, které ji spojují s mechanickým ústrojím.

2.5 Parametry výtahů

Tyto parametry dělíme na základní a doplňující.

2.5.1 Základní parametry

Mezi základní parametry výtahu patří nosnost a jmenovitá dopravní rychlost. Nosnost výtahu je nejvyšší dovolená hmotnost břemene, kterou se smí klec za provozu zatížit. Jmenovitá dopravní rychlost je teoretická rychlost klece, pro kterou je výtah konstruován. Provozní dopravní rychlost výtahu se smí lišit od jmenovité hodnoty o $\pm 15\%$. [1]

2.5.2 Doplnující parametry

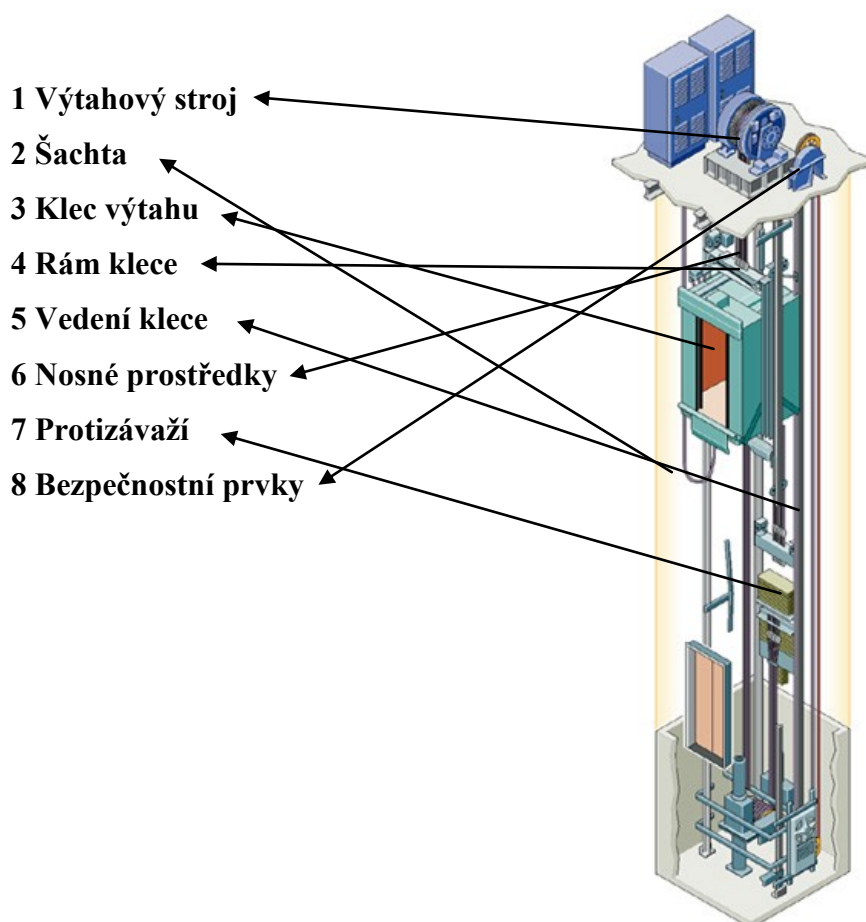
Doplňující parametry a údaje, které blíže specifikují typ výtahu, jsou hlavně: [2]

- zdvih, počet a poloha stanic
- rozměry klece, šachty a strojovny
- napětí elektrické sítě, hustota spínání a zatěžovatel
- druh řízení výtahu
- provedení a ovládání šachetních a kabinových dveří
- počet výtahů a jejich umístění v budově
- prostředí.

2.6 Základní části výtahu a jeho příslušenství

Na obrázku č. 2. 1 jsou očíslovány jednotlivé části, které jsou následně popsány.

Obr. 2.1 Základní části výtahů



Zdroj: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=39408

2.6.1 Prostory pro strojní zařízení a kladky

Výtahové stroje a kladky musí být umístěny v prostorech určených pro strojní zařízení a kladky. Tyto prostory jsou buď samostatné a uzamykatelné anebo jsou integrovány do horní části šachty v případě výtahů bez strojoven. Prostory a k nim příslušející pracovní prostory musí být chráněny proti vlivu okolí, které se musí vzít v úvahu, a musí být zajištěny prostory pro údržbu/kontrolu a pro činnost s nouzovým pohonem. Prostory pro strojní zařízení a kladky musí být osobám bezpečně přístupné.

Jsou-li výtahové stroje a k nim příslušející zařízení umístěny ve strojovně, strojovna musí mít pevné stěny, strop, podlahu a dveře anebo poklop. Strojovny nesmějí být používány k jiným účelům než pro výtahy. Ve strojovnách nesmí být umístěny potrubí, kabely nebo zařízení nepatřící k výtahu.[8]

1. Výtahový stroj

Výtahový stroj je motorické zdvihací ústrojí výtahu. Je složen z rámu, hnacího elektromotoru, převodového mechanismu (u převodových pohonů), hnacího lanového kotouče, mechanické brzdy, spojky, ložiska a hřídele. [1]

2. Šachta

Šachta je prostor, který vymezuje provoz výtahu. Můžeme se setkat s šachtou ocelovou, zděnou nebo betonovou, v dnešní době jsou prováděny jako prosklené (ocelový rám vyplněný skleněnými tabulemi). K bokům šachty jsou upevněna vodítka, buď pevně (u ocelových konstrukcí šachet) nebo je s nimi možno posouvat ve vertikálním směru (u varianty zděných a betonových šachet). [1]

3. Klec výtahu

Klec výtahu je složena ze čtyř základních částí, kterými jsou: rám, kabina, podlaha a kabinové dveře. Spojení jednotlivých částí klece je buď rozebíratelné (pomocí šroubových spojů) nebo nerozebíratelné (svařované). [1]

4. Rám klece

K ocelovému rámu klece jsou upevněny základní nosné a bezpečnostní prvky výtahu. Rám klece také slouží k upevnění lan (nad nebo pod kabinou dle konstrukce). Dále jsou zde umístěny bezpečnostní prvky, jako jsou zachycovače, které budou popsány níže.

5. Vedení klece (vodítka)

Klec výtahu je vedena nejméně ve dvou ocelových vodítkách, která jsou ukotvena v šachtě. Vodítka musí zabránit kývání klece a musí mít dostatečnou délku, aby je klec výtahu nemohla opustit.

[1] Jednotlivá vodítka jsou spojena šrouby na konzolách, které jsou umístěny v šachtě. Vedení může být kluzné nebo valivé. Kluzné vedení se používá pro nižší hodnoty nominální (jmenovité) rychlosti, protože odpor vznikající při kluzném tření je značný. Ke snížení tření se používá mazání. Vodící čelisti jsou ocelové, litinové nebo plastové se silonovou či nylonovou vložkou. Materiály silon (nylon) jsou použity díky svým velmi dobrým kluzným vlastnostem a nízkému součiniteli smykového tření. [1] Valivé vedení se skládá ze tří vodících kladek, které jsou uloženy na valivých ložiskách. Jedna kladka dosedá na vodící kolejnici čelně a zbylé dvě bočně. Vodící kladky jsou téměř vždy odpruženy, což znamená, že jsou v trvalém styku s vodítkem. Tento způsob vedení se vyznačuje menším odporem proti pohybu vlivem tření na vodítkách. Z toho důvodu se používá při vyšších rychlostech, protože se jimi dosáhne dokonalého vedení klece při tichém chodu. [1]

6. Nosné prostředky

Nosné prostředky zajišťují spojení mezi rámem klece výtahu a výtahovým strojem. Patří mezi ně např. ocelová lana, nosné pásy, řetězy atd.

7. Protizávaží

Protizávaží vyvažuje celkovou hmotnost klece s kabinou a příslušenstvím a část hmotnosti břemene ($40 \div 50$) %. Stejně jako u výtahové klece, je protizávaží vedeno vodítky buď v téže výtahové šachtě jako klec nebo v samostatné šachtě, ale tato situace je výjimečná. [1]

8. Bezpečnostní prvky (zachycovače)

Zachycovače jsou mechanická zařízení, která mají za úkol v případě překročení povolené rychlosti výtah úplně zastavit nebo jej alespoň zpomalit. Jsou předepsány dva zachycovače na jednu klec, ale pouze jeden je spojen lankem s omezovačem rychlosti. Druhý zachycovač je řízen přes první tak, aby došlo k současnému spuštění obou zachycovačů. K úplnému zastavení klece dojde tehdy, pokud nastane nekontrolovatelný pád klece směrem dolů. Ke zpomalení pohybu výtahu dochází při pohybu klece směrem nahoru, což je v případě poruchy vyvoláno protizávažím. [1] Zachycovače rozdělujeme do tří skupin:

- **samosvorné zachycovače** - zastaví klec nebo protizávaží na velmi krátké dráze zablokováním klínů, výstředníků nebo válečků na vodítkách.

- **samosvorné zachycovače s tlumením** - u tohoto typu je mezi samosvornou část vložena mechanismus, který umožní relativní pohyb klece proti již stojící samosvorné části. Tento mechanismus je většinou tvořen hydraulickým válcem.
- **klouzavé zachycovače** - zastaví klec na delší dráze vlivem tření o vodítka. Brzdná dráha a čas jsou závislé především na hmotnosti klece a na rychlosti, při které dojde k vybavení zachycovačů (vybavovací rychlost).

2.7 Rozdělení výtahů v současnosti

V dnešní době se můžeme setkat s tímto rozdělením výtahů, které se liší s rozdělením v minulosti, především z důvodu rozvíjející se technologie.

Výtah určený pro dopravu osob nebo osob a nákladů

- tento výtah je určený především k dopravě osob anebo se využívá k přepravě nákladů zpravidla s doprovodem osob.

Výtah určený pro dopravu nákladů

- tento typ výtahu je určený pouze k dopravě nákladů bez doprovodu osob.

Výtah určený pro dopravu nákladů s možností vstupu

- je určený pouze pro dopravu nákladů, obsluhující pevné a trvalé stanice, mající nosné zařízení pro uložení nákladu přístupné pro nakládání a vykládání. Tento typ výtahu mohou využívat výhradně oprávněné a proškolené osoby.

Výtah určený pro dopravu nákladů s možností vstupu s kinematicky vázaným pohybem

- je využíván pro dopravu nákladu s možností vstupu, je zavěšený na řetězu nebo lanu a poháněný jiným způsobem než třením.

Výtah určený pro dopravu nákladů s možností vstupu s přímým pohonem

- jedná se o hydraulický výtah pro dopravu nákladů s možností vstupu, u tohoto typu výtahu jsou prostředky pro pohon přímo připojeny k zařízení pro uložení nákladu nebo ke kostře.

Výtah určený pro dopravu nákladů s možností vstupu s nepřímým pohonem

- hydraulický výtah pro dopravu nákladů s možností vstupu, zde jsou hnací prostředky spojeny se zařízením pro uložení nákladu nebo jeho kosterou prostřednictvím závěsných prostředků (např. lan, řetězů, pásů).

Výtah s kinematicky vázaným pohonem

- výtah zavěšený na řetězech nebo lanech, poháněný jiným způsobem než třením.

Výtah s třecím kotoučem

- výtah, jehož pohon spočívá v tření mezi nosnými lany a drážkami třecího kotouče výtahového stroje.

Výtah s nepřímým pohonem

- hydraulický výtah, jehož píst nebo válec je spojen s klecí nebo její kotrrou prostřednictvím nosných prostředků.

Výtah s přímým pohonem

- hydraulický výtah, jehož píst nebo válec je přímo spojen s klecí nebo jeho kotrrou. [7]

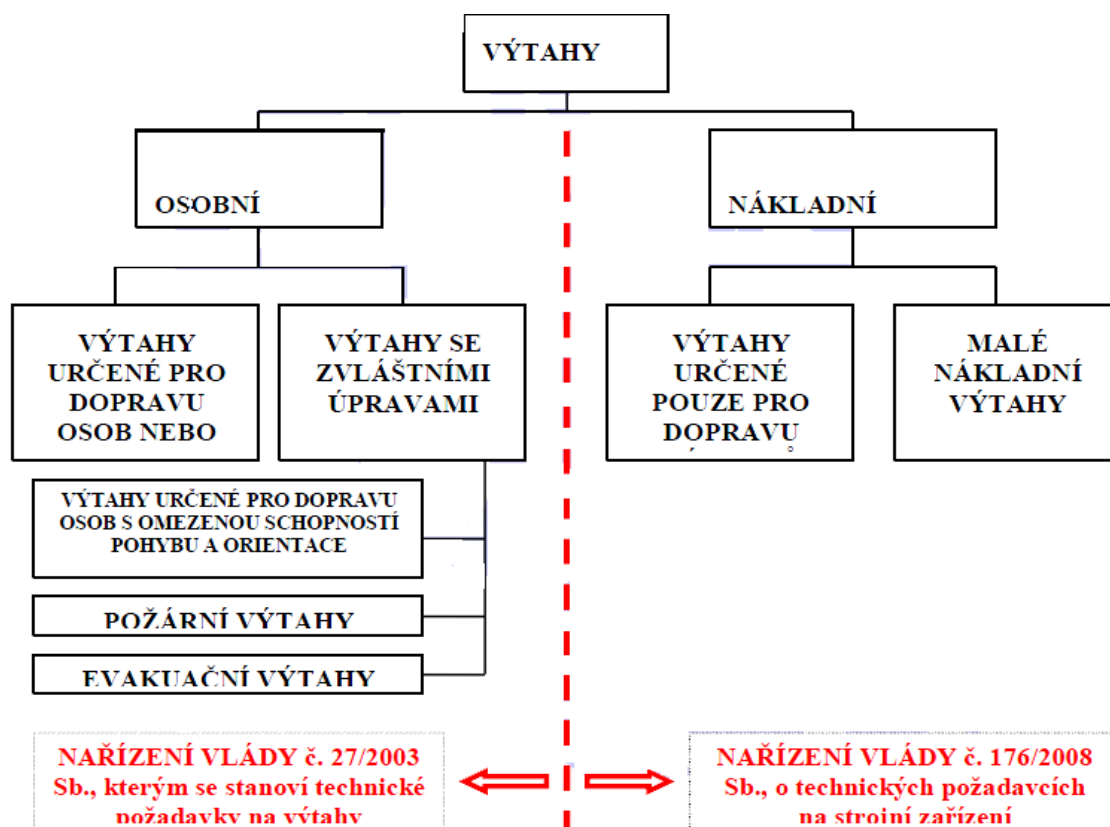
2.7.1 Další kritéria pro rozdělení výtahů

Rozdělení výtahů podle jejich využití není jediným kritériem, kterým můžeme rozlišit jednotlivé výtahy. Kritérií existuje celá řada a jejich odlišnost je dána výrobcem výtahů nebo požadavkem majitele.

1. druh pohonu – elektrický, hydraulický, pneumatický;
2. základní parametry - nosnost, jmenovitá rychlost, zdvih;
3. konstrukční uspořádání – se strojovnou, bez strojovny;
4. druh řízení výtahu – sběrné, skupinové atd.;
5. požadované konstrukční provedení – běžné použití se zohledněním požadavků pro zajištění
6. přístupnosti osob s omezenou schopností pohybu a orientace, dtto s uplatněním opatření proti vandalům, požární, evakuační,

Všechna tato kritéria jsou zohledňována k charakteru budovy, do které má být výtah instalován (bytové domy, ubytovací zařízení, administrativní budovy, veřejné budovy, budovy pro shromažďování osob, zdravotnická zařízení atd.). [7]

Obr. 2.2 Rozdělení výtahů



Zdroj: file:///C:/Users/PC/Downloads/materialy%20ke%20zkousce%20monter%20výtahu.pdf

2.8 Prvky řízení výtahů

V této kapitole se budeme zabývat prvky řízení výtahů. Nutno podotknout, že veškerá vyhodnocení stavů a příkazy k úkonům probíhají v hlavním rozvaděči výtahu. Řízení používané v dřívějších letech se nazývá reléové řízení, kde hlavním prvkem řízení pro chod výtahu bylo relé. Šlo o jakýsi souhrn několika různých typů relé, které byly mezi sebou propojeny (popsáno níže). Dalším typem řízení výtahu je řízení pomocí řídicí jednotky, kde řídicím prvkem je právě řídicí jednotka. Tento typ řízení postupně nahrazuje ještě dnes používané reléové řízení (popsán níže).

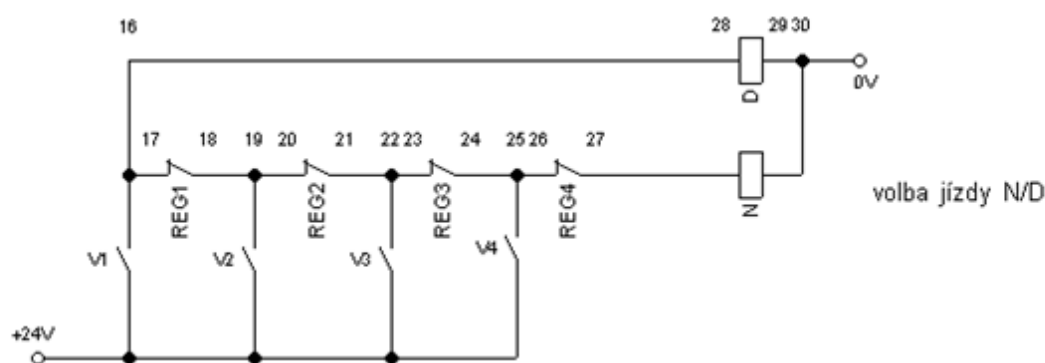
2.8.1 Reléové řízení výtahů

Jedná se o typ řízení používaný dříve v drtivé většině panelových domů v Československu. Systém je nazván VRN3.

V době, kdy se tyto zařízení vyráběly, nebyly ještě v hojné míře využívány integrované obvody a mikroprocesory byly takřka na počátku. Rozvaděče byly osazovány relátky, viz Obr. 2.5 a tato technologie se udržela velmi dlouho. Princip spočívá v několika krocích, pro které byli v rozvaděči bloky s relátky s většinou jednou úlohou. V rozvaděči bychom našli transformátory (pro

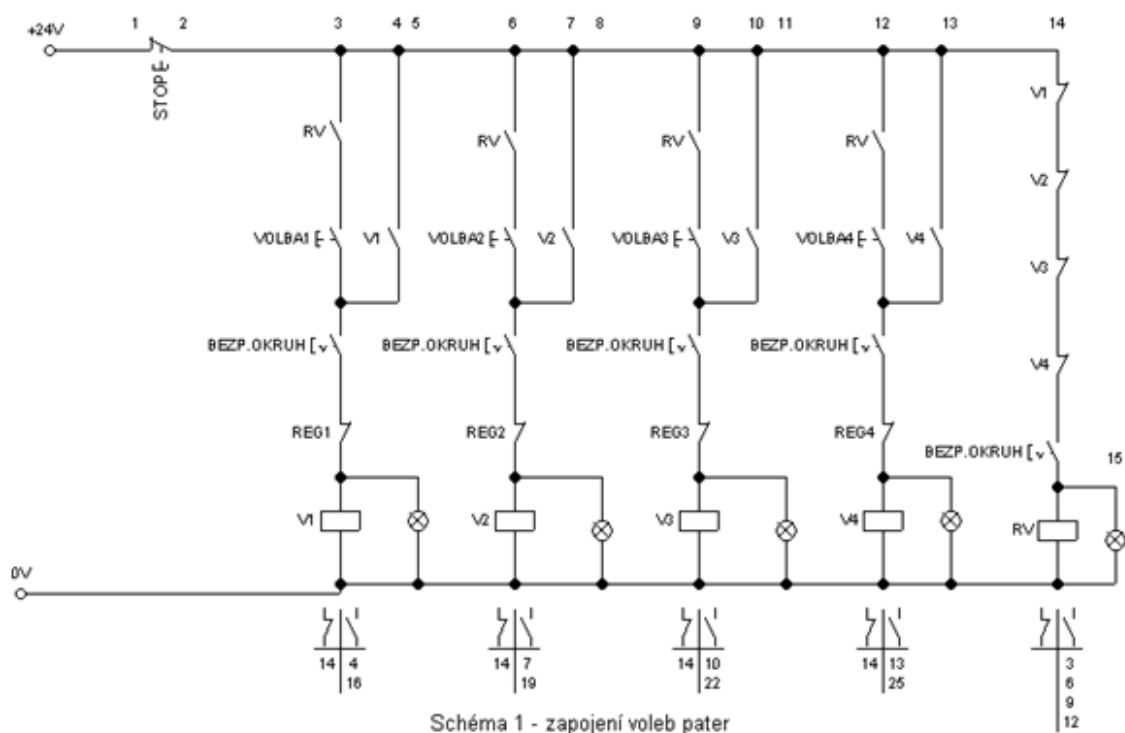
napájení světelného okruhu, napájení reléové logiky a stykačů směru), poté také usměrňovací můstky, a další pasivní prvky, nezbytné pro funkci rozvaděče. Samotným srdcem a dalo by se říci i mozkem celého rozvaděče je patrová vložka. Patrová vložka se skládá z dvou řad relé. V levé řadě jsou relé „registru“ a v pravé pak voleb. Relé voleb jsou spínána tlačítka voleb a je povolena vždy jen jedna volba. Po sepnutí jakéhokoliv relé voleb se rozezne hlavní relé voleb RV, které blokuje další volbu od uživatele. Výtah tedy nepřijímá další volbu, dokud kabina nezastaví ve zvolené stanici. Relé voleb jsou přidržovány svými vlastními kontakty a pak přes rozpínací kontakt relé registru. Na modelu jsou umístěny snímače magnetické, stojí-li kabina v patře, je sepnut magnetický snímač a k němu příslušné paměťové relé registru. Pokud by výtah ztratil polohu, sjede o stanici níže, kde zastaví, sepne relé registru stanice, kde zastavil a znovu poté pokračuje za zvolenou volbou. Paměťová relé registru jsou držena přes kapacitu 470 μ F. To vystačí pro dojezd do další stanice. Relé jízdy nahoru nebo dolů spínají podle stavu paměťového relé patra a podle stavu relé voleb. [9]

Obr. 2.3 Schéma zapojení volby jízdy N (nahoru) / D(dolů)



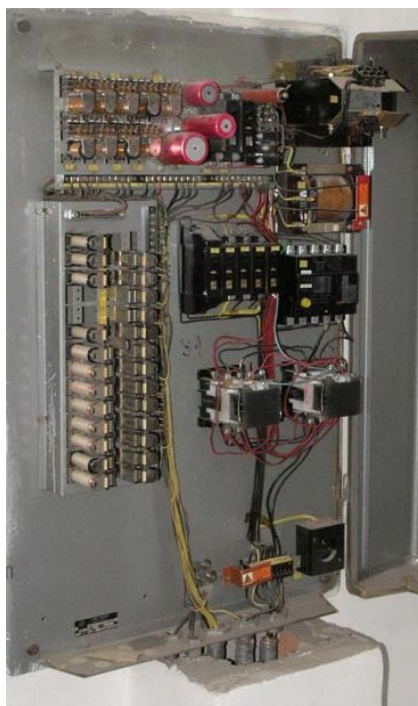
Zdroj: <http://direk.cekuj.net/index.php?p=releove-rizeni-vytahu>

Obr. 2.4 Schéma zapojení voleb (přivolání do pater)



Zdroj: <http://direk.cekuj.net/index.php?p=releove-rizeni-vytahu>

Obr. 2.5 Výtahový rozvaděč s ovládacími prvky a patrovou vložkou (vlevo uprostřed)



Zdroj: <http://www.starevytahy.cz/zapojeni/rozvadec/index.php>

2.8.2 Řízení výtahu pomocí řídicí jednotky

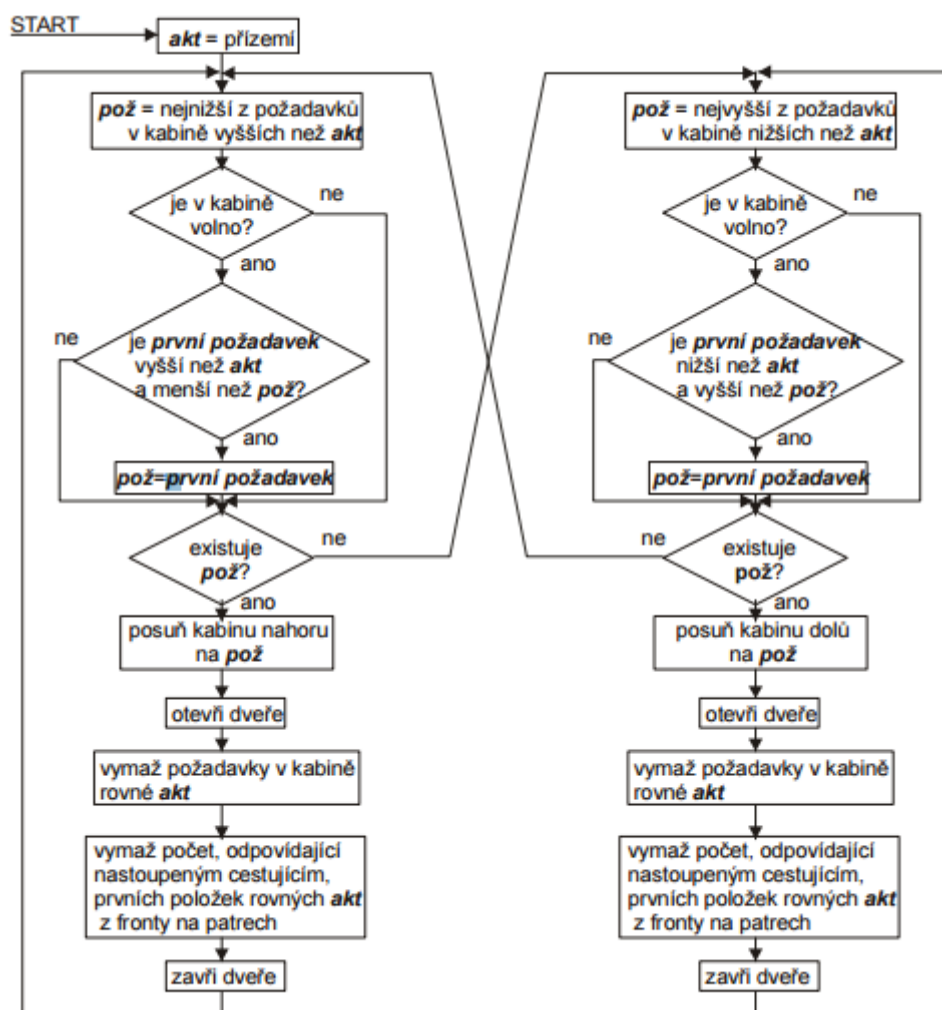
Řídicí systém komunikuje s modelem výtahu pomocí signálů. Skládá se z několika samostatných částí:

- **Aktuální požadavky v kabině** – shromažďuje a udržuje požadavky na cílové patro cestujících v kabině. Splněné požadavky řídicí algoritmus vždy vymaže.
- **Fronta požadavků na patrech** – přijímá požadavky na přivolání kabiny do jednotlivých pater a řadí je do fronty v pořadí příchodu. Předává řídicímu algoritmu na požádání první požadavek a umí smazat jeden nebo dva první požadavky pro dané patro.
- **Otevírání dveří** – otevírá a zavírá dveře na podlaží, kde je zrovna kabina výtahu.
- **Poloha kabiny** – část, která ze signálů K a P vypočítává polohu kabiny.
- **Dojezd do zadaného podlaží** – tato část, na povel z řídicího algoritmu, zajistí dojezd kabiny do žádaného podlaží. Pokud má řízení používat obě rychlosti pohybu kabiny, řízení zajistí tuto část.

Řídicí algoritmus – řídicí algoritmus je znázorněn na obrázku 2.6. Tento algoritmus pohybuje kabinou výtahu postupně nahoru a dolů, a v pořadí příchodů cestujících je přepravuje na jejich cílové podlaží. Proměnná akt udržuje aktuální polohu kabiny výtahu. Na začátku je tato proměnná nastavená na polohu výtahu odpovídající přízemí. Levá část zobrazeného algoritmu vyřizuje požadavky pohybem výtahu nahoru a pravá část pohybem dolů. Když je v kabině výtahu volno, tak se algoritmus snaží splnit první požadavek na přivolání kabiny.

Po otevření dveří výtahu, algoritmus vymaže z požadavků v kabině požadavky směřující do patra, kde stojí kabina. Tím uvolní místo pro příchod nových cestujících. Pokud někdo v tomto podlaží nastoupí, stiskne tlačítko volby cílového patra. Tím algoritmus zjistí, kolik osob nastoupilo a musí vymazat tento počet přivolávacích požadavků tohoto patra z fronty požadavků na přivolání. [10]

Obr 2.6 Řídící algoritmus



Zdroj: https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/e/e4/Dp_2003_sislak_david.pdf

2.8.3 Komponenty potřebné k provozu

Řídící jednotka výtahu řeší komunikaci se stanicovými přivolávací, řídí elektroniku klece, komunikaci do centra přes GPRS nebo Ethernet.

Jednotka

- sbírá požadavky od přivolávací a kabinového tabla, zpracovává dle nastavených požadavků a předává povely řídicí jednotce pohonu
- přijímá příkazy z centra na změnu parametrů
- odesílá do centra diagnostická a provozní data

V bezstrojovné variantě je řídicí jednotka výtahu umístěna ve dveřní zárubni.

Měnič pro řízení pohonu výtahu

Používané frekvenční měniče jsou určeny pro řízení:

- převodového stroje s asynchronním pohonem
- s pseudovektorovým řízením
- s přímým vektorovým řízením
- bezpřevodového stroje se synchronním pohonem.

V bezstrojovnové variantě je měnič pro řízení pohonu umístěn ve výtahové šachtě.

Box revizní jízdy

Box revizní jízdy umožňuje servisním pracovníkům jednoduché ovládání kabiny a rychlé provedení servisních zásahů. [10]

Obr 2.7 Rozvaděč s řídicí jednotkou uprostřed a frekvenčním měničem vpravo nahoře



Zdroj: <http://www.vytahyelektro.cz/fotogalerie.html>

3 Pohony výtahů, základní členění, používané typy strojů a soustrojí.

V této kapitole budou nejprve popsány pohony výtahů a následně jejich členění. Dále si uvedeme typy používaných pohonů a soustrojí.

3.1 Pohony výtahů

Pohon výtahu je nejdůležitější aktivní částí výtahu, a proto požadavky na něj kladené přímo vyplývají z účelu celého výtahového zařízení. Pohon musí zajistit v co možná nejkratším čase dopravu osob nebo nákladů z úrovně jedné stanice výtahu do úrovně jiné stanice s minimálními pořizovacími a provozními náklady a při co nejmenším nepříznivém ovlivňování okolí výtahu.

Provozní požadavky výtahového elektromotoru:

- Záběrný moment motoru má být co největší, musí však vyhovovat požadavku na příjemný průběh jízdy pro přepravované osoby při všech provozních stavech výtahu
- S předpokládané vysoké hustoty spínání a příslušného zatěžovatele musí vycházet vysoké tepelné dimenzování motoru
- Jmenovitá rychlost jízdy by měla být co největší, avšak hodnota před zastavením kabiny výtahu by měla být vzhledem k přesnosti zastavení co nejmenší.
- Elektrický pohon musí být schopen pracovat jak v motorickém, tak v generátorickém režimu
- Hlučnost a chvění výtahového elektromotoru by mělo být co nejmenší
- Vzhledem k velké hustotě spínání a k možným vlivům na napájecí síť by měl být poměrný záběrný proud co nejmenší
- Pro možnost nouzového ručního posunu bývají u výtahových elektromotorů vyvedené oba konce hřídele
- Velká životnost a spolehlivost [11]

3.2 Základní členění

V následující tabulce 3.1 je uvedeno základní členění pohonů podle nosnosti a rychlosti.

Tab. 3.1 Druhy používaných elektromotorů

Jmenovitá rychlost výtahu v [m/s]	Druh elektromotoru
Do 0,5, popř. 0,7 u výtahu s malou nosností	Jednorychlostní trojfázový asynchronní s kotvou nakrátko
	Jednorychlostní trojfázový asynchronní s kotvou kroužkovou
0,7 až 1,4 pro větší nosnosti již od 0,5	Dvourychlostní trojfázový asynchronní s kotvou na krátko a přepínáním počtu pólů
	tandemový
	s dojíždějícím strojem
1,4 až 2	Synchronní motor s permanentními magnety
	Stejnoseměrný v Leonardově zapojení s převodovým výtahovým strojem
	Stejnoseměrný pomaloběžný v Leonardově zapojení s bezpřevodovým výtahovým strojem

Zdroj: vlastní zpracování

Jednorychlostní asynchronní motor s kotvou nakrátko

Používá se jen při malých rychlostech z důvodu nepřesnosti zastavení. Typické pro tento motor jsou menší poměrný záběrný proud, malá hlučnost a malé nároky na chlazení. Volí se zde moment motoru větší, který s použitím setrvačnicku značně vyrovná hodnoty zrychlení při různých provozních stavech. Z hlediska ekonomického, by bylo lepší, aby moment motoru byl pouze tak velký, aby zajistil rozjezd výtahu s potřebným zrychlením bez použití setrvačnicku, toto by však mělo určité nedostatky.

Jednorychlostní asynchronní motor s kotvou kroužkovou

Používají se v těch případech, kde je obtížné přímé připojení motoru s kotvou nakrátko na síť pro značné záběrné proudy. Potřebný moment pro rozběh dosáhneme vhodnou volbou velikosti spouštěcích odporů a časovou posloupností jejich vyřazování.

Dvourychlostní asynchronní motor

Používají se tam, kde nevyhovují jednorychlostní motory hlavně z důvodu nepřesnosti zastavení ve stanici.

Tandemový motor

Jedná se o dva samostatné motory s různým počtem pólů na společné hřídeli ve společné kostře. Principem se neliší od dvourychlostního motoru. Výhodou je snadnější návrh než u dvourychlostního motoru se společným rotorem.

Pohon s dojíždějícím strojem

Pomaluběžnou rychlost nahrazuje samostatný motor s převodovkou a spojkou propojení s hlavním výtahovým strojem.

Stejnoseměrný motor v Leonardově zapojení

Používá se tam, kde požadavky na optimální průběh jízdy nelze splnit střídavým elektromotorem. Rozjezd kabiny se provádí připojením budicího vinutí generátoru na napětí, jehož polarita odpovídá požadovanému směru jízdy, nárůst budicího proudu odpovídá zrychlení při rozjezdu. Konečná hodnota budicího proudu určuje hodnotu ustálené rychlosti jízdy. Zpomalení jízdy se provádí postupným snižováním budicího proudu.

Synchronní motor

Nejvhodnějším řešením je diskový typ motoru s malou osovou délkou a permanentními magnety a s elektronickou komutací kombinovanou s regulací otáček. Rozměry a váha synchronního motoru jsou tak malé, že je možno jej umístit na vedení klece výtahu, tudíž odpadá nutnost strojovny. Mezi jeho výhody patří vysoký jízdní komfort, nízká hlučnost, vysoká účinnost a malý moment setrvačnosti. [11]

3.3 Používané typy strojů a soustrojí

Zde si uvedeme pouze čtyři nejznámější typy strojů, které se používají pro pohon výtahu. Jsou to stejnosměrný motor s cizím buzením, který se již v dnešní době moc nepoužívá, neboť byl nahrazen levnějším a jednodušším asynchronním motorem buď s kotvou na krátko, nebo kroužkovou kotvou anebo modernějším bezpřevodovým synchronním motorem s permanentními magnety.

3.3.1 Stejnoseměrný motor s cizím buzením

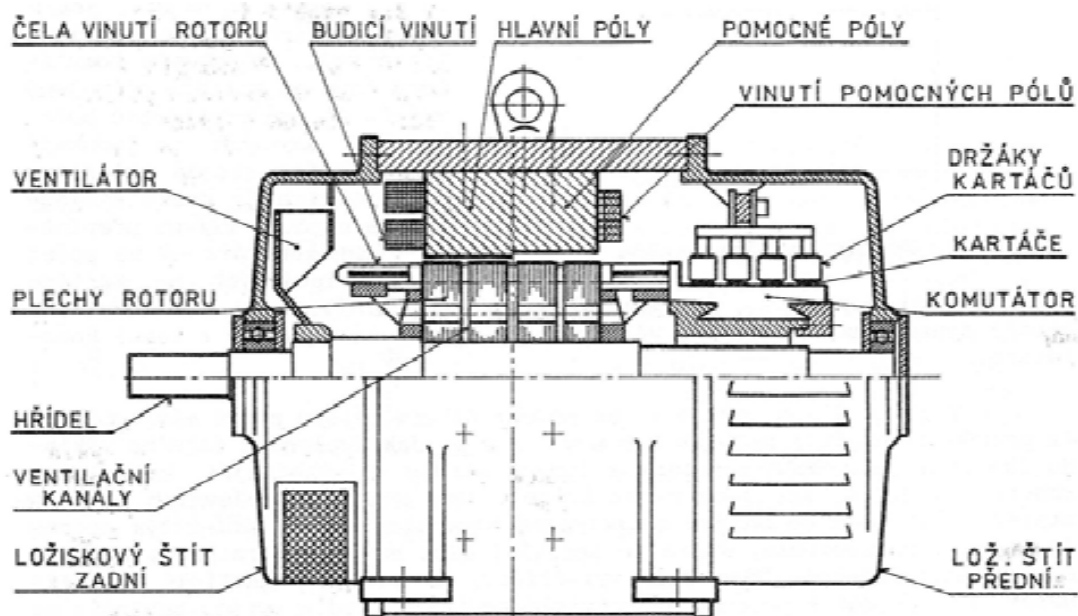
Jsou historicky nejstarší – pro své specifické vlastnosti se využívají dodnes – skoro by se dalo říci, že prožívají určitou poměrně silnou renesanci – zejména v regulovaných pohonech, v robotice a mikro-elektronických pohonech. Mají i tu zvláštnost, že bez jakýchkoliv úprav lze tentýž stroj použít jako motor i jako stejnosměrný generátor – záleží pouze na druhu dodávané energie.

- ss motory s cizím buzením – budicí vinutí umístěné ve statoru je napájeno elektrickou energií ze zvláštního (samostatného) zdroje nebo motor využívá pevných magnetů s tvarově

příslušnými pólovými nastavci umístěnými jako nedílná součást statoru + rotorové vinutí je napájeno z jiného (samostatného) zdroje.

- Dříve se používaly ve výtahových technologiích pro jejich jednoduchost v řízení a regulaci otáček dnes se tyto pohony výtahů téměř nepoužívají. [12]

Obr. 3.1 Popis stejnosměrného cize buzeného motoru



Zdroj: <http://elektrika.cz/terminolog/eterminologitem.2005-07>

3.3.2 Asynchronní motor s kotvou nakrátko

Asynchronní motory s kotvou nakrátko jsou bezpochyby nejrozšířenější v oboru pracovních strojů. Jejich výhodou je vysoká účinnost, nízká cena a jednoduchost zapojení. Nevýhodou je obtížné řízení otáček a polohy rotoru - pouze pomocí frekvenčního měniče.

Cívky motoru lze zapojit buď do hvězdy (Y) nebo do trojúhelníka (D). Ne každý motor je schopen obou zapojení - je nutno dobře prostudovat štítek motoru, kde je uvedeno zapojení a napětí na cívkách motoru. Některé motory lze takto zapojit pouze do Y; při zapojení D bychom potřebovali sdružené napětí 3x230V a to lze většinou dosáhnout pouze pomocí frekvenčního měniče. Na štítku také přečteme jmenovitý proud při daném zapojení. Ten je důležitý pro nastavení ochrany proti přetížení.

Pro hrubou orientaci lze použít i vzorec:

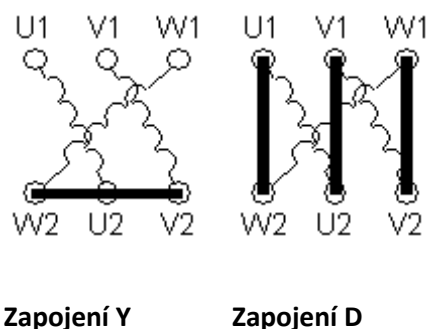
$$P = \frac{U_0 \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{h}$$

kde P je výkon ve W, U_0 sdružené napětí, $\cos \varphi$ je účinník okolo 0,85 a h je účinnost motoru mezi 0,8-0,9.

Zapojení musí odpovídat především ČSN EN 60204-1 část 1: Elektrická zařízení pracovních strojů, všeobecné požadavky a normám, které kladou další požadavky na stroje v různých speciálních

případech (nebezpečí výbuchu apod.). Zvláštní kapitolou je jištění - základním předpisem pro jištění vodičů a kabelů je ČSN 33 2000-5-523 Dovolené proudy.

Obr. 3.2 Příklad zapojení svorkovnice (přívodní kabel je na svorkách U1, V1 a W1)



Zdroj: <http://elektrika.cz/data/clanky/svmot1991025>

Toto zapojení se může lišit případ od případu. Většinou je nakresleno na víčku svorkovnice motoru. Pokud není, je třeba zapojení cívek ověřit následujícím způsobem: odpojte všechny klemy na svorkovnici. Pomocí vhodného ohmmetru najděte jednotlivé konce cívek. Odpor cívky je vzhledem k izolačnímu stavu motoru zanedbatelný, bude se tedy tvářit jako zkrat. Jednotlivé konce cívek označte shodnými písmeny. Pozor na vícerychlostní motory. Ty mají ve svorkovnici více svorek (9, 12 ...)

3.3.3 Asynchronní motor kroužkový

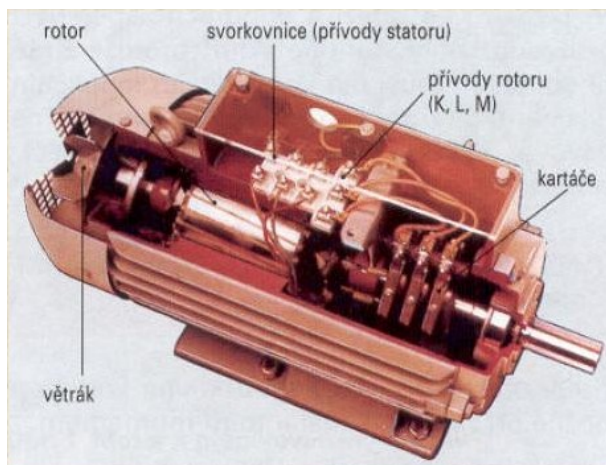
Konstrukce:

- a) stator má stejnou konstrukci jako u motoru s kotvou nakrátko
- b) rotor - kroužková kotva na hřídeli jsou kromě svazku rotorových plechů i sběrné kroužky v drážkách plechů je uloženo trojfázové vinutí rotoru z izolovaných vodičů, které je zapojeno většinou do hvězdy, zřídka do trojúhelníka.
 - na tři sběrací kroužky je připojeno vinutí rotoru, ke kterým lze připojit činné odpory sloužící k rozběhu motoru
 - připojení vnějších obvodů na sběrací kroužky je realizováno třemi přítlačnými kontakty viz obr. 3.3

Princip činnosti:

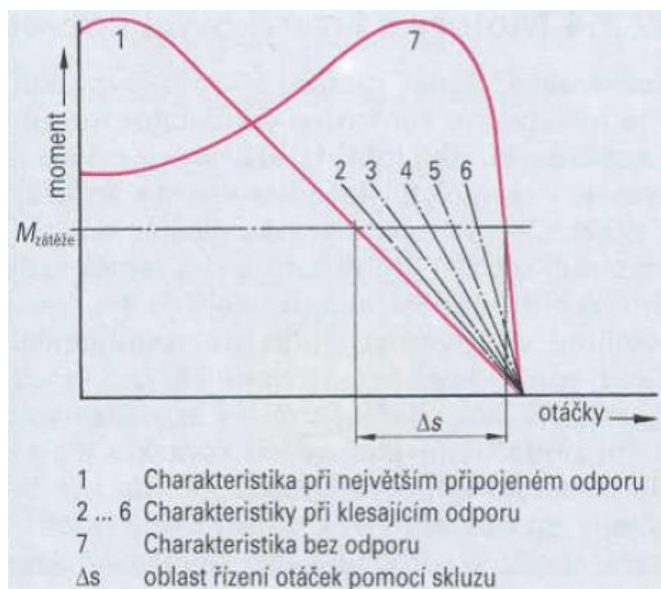
- při provozu se zátěží a rezistorech zapojených v obvodu kotvy stoupne skluz z důvodů ztrát na rezistorech a musí být kryta větším indukčním výkonem
- spouštěcí rezistory v obvodu kotvy výrazně omezují rozběhový proud

Obr. 3. 3 Příklad kroužkového asynchronního motoru



Zdroj: <http://docplayer.cz/13185905-Motor-s-krouzkovou-kotvou-motor>

Obr. 3.4 Momentová charakteristika při rozběhu kroužkového motoru



Zdroj: <http://docplayer.cz/13185905-Motor-s-krouzkovou-kotvou-motor-s-krouzkovou-kotvou-indukcni-motor>

- kvůli velkému podílu činné složky proudu kotvy stoupá nejprve rozběhový proud
- momentová charakteristika je plošší, moment zvratu je posunut do oblasti rozběhu viz obr. 3.4
- je-li během rozběhu stupňovitě zmenšován rozběhový odpor, může se motor měkce rozbíhat i s velkým zatížením

Motor s kroužkovou kotvou vyvíjí velký rozběhový moment při malém rozběhovém proudu. Mohou tedy být spouštěny zatížené. [13]

3.3.4 Synchronní motor s permanentními magnety

Synchronní stroj řazen do strojů točivých, jehož kmitočet svorkového napětí je přímo úměrný otáčkám a počtu pólových dvojic. Rotor se tedy otáčí synchronně s točivým magnetickým polem (nemá skluz). Z hlediska funkce je dělíme:

1) Alternátory - synchronní generátory- přeměna mechanické energie na elektrickou. Jedná se o zdroje střídavého proudu. Alternátory z hlediska provedení a použití dělíme:

- Turboalternátory
- Hydroalternátory

2) Synchronní motory - přeměna elektrické energie na mechanickou spotřebič elektrické energie.

3) Synchronní kompenzátory - slouží ke kompenzaci účinníku v elektrických sítích.

4) Synchronní konvertory - měniče střídavého proudu na stejnosměrný anebo naopak. V současnosti jsou nahrazeny polovodičovými měniči.

5) Středofrekvenční alternátory - zdroje kmitočtu jsou rovněž v současnosti nahrazeny polovodičovými měniči.

Hlavní části synchronního stroje:

1) Stator - magnetický obvod je složen z dynamových plechů, v jehož drážkách je uloženo, nejčastěji, třífázové vinutí.

2) Rotor - pohyblivá část stroje. Magnetický obvod je tvořen soustavou pólů buď buzených stejnosměrným proudem anebo u malých strojů jsou použity permanentní magnety. Rotor může být vyhotoven jako:

- hladký rotor
- rotor s vyniklými póly

Provedení hladkého rotoru se používá u turboalternátoru a rotor s vyniklými póly se používá u hydroalternátoru. [14]

4 Vícekriteriární porovnání základních mechanických, elektrických a užitných vlastností vybraných typů pohonů výtahů.

Tato kapitola je zaměřena na porovnání asynchronního převodového stroje a synchronního bezpřevodového stroje, jejichž typy a výsledky jsou popsány níže. Jedná se o měření spotřeby za provozu ale také, měření spotřeby v klidovém režimu. Pro srovnání těchto motorů mi posloužily podklady firmy ELEKTROPOHONY spol. s r.o., které získali na výtazích z firmy Výtahy – Elektro Žižka spol. s r.o.

4.1 Asynchronní převodový stroj

Porovnání výkonu podle zatížení.

Parametry: 400kg - 1m/s - 12stanic

Typ stroje: Montanari CTF132, 4kW, 11A, 1435RPM, převod 1:37, trakční kotouč Ø480mm

Nahoru

zatížení [kg]	el.výkon[W]
0	380
25	720
50	800
75	1100
100	1400
125	1700
150	2000
175	2300
200	2600
225	3000
250	3200
325	4200
400	5400

Dolů

zatížení [kg]	el.výkon[W]
0	2700
25	2200
50	2000
75	1600
100	1400
125	1200
150	900
175	750
200	350
225	200
250	200
325	200
400	200

El.výkon měřen přístrojem C.A 8335 na vstupu výtahového rozvaděče. V měření je zahrnuto i osvětlení kabiny a ostatních světelných a zvukových komponentů. Dnes je osvětlení kabiny realizováno většinou pomocí led diod, jejichž spotřeba je výrazně nižší než spotřeba u světelných zdrojů používaných dříve. Pro korektnost měření se odečetla hodnota u prostředí zdvihu každé jízdy. Na tomto měřeném modelu byla naměřena hodnota, při zhaslé kabině a klidovém stavu výtahu kdy nebyl v chodu, spotřeba 119W. Když si představíme, že výtah funguje asi pouze 1,5h denně a zbytek dne je v klidovém režimu o spotřebě 119W za hodinu, tak bychom měli i této hodnotě věnovat určitou pozornost.

Obr. 4.1 Asynchronní stroj s převodovkou a trakčním kolem



Zdroj: <http://www.montanarigiulio.com/>

4.2 Synchronní bezpřevodový stroj

Parametry: 400kg - 1m/s - 9stanic

Typ stroje: G3.0F 48.400.400 1S13 ve strojovně, 1:1

Nahoru

zatížení [kg]	el.výkon[W]
0	350
25	350
50	330
75	330
100	330
150	500
200	800
250	1200
300	1700
350	2200
400	2800

Dolů

zatížení [kg]	el.výkon[W]
0	2700
25	2300
50	2100
75	1800
100	1600
150	1100
200	600
250	330
300	330
350	330
400	330

El.výkon byl měřen přístrojem C.A 8335 na vstupu výtahového rozvaděče včetně osvětlení kabiny. Měření probíhalo stejně jako u předchozího modelu, ale můžeme si všimnout, že výtah se synchronním bezpřevodovým strojem je o 22W úspornější než předchozí výtah tedy v klidovém režimu odebírá 97W. Při porovnání odběru při jízdě nahoru je jednoznačně úspornější bezpřevodový synchronní stroj, jehož hodnoty jsou většinou menší až o stovky wattů. Překvapivé je to ovšem u jízdy směrem dolů, kdy tyto hodnoty ukazují pravý opak. Vychází nám tedy, že úspornější při jízdě dolů je výtah s převodovým mechanismem.

Obr. 4.2 Synchronní bezpřevodový stroj



Zdroj: <http://www.epo.cz/produkty/vytahove-stroje/bezprevodove/bvs.html>

4.3 Energetická úspora

Vyšší úspora energie se stává větší a větší výzvou dnešní doby. Nejenom z důvodů ochrany životního prostředí, ale také z ekonomických důvodů, se zvyšuje význam úspory energie každým rokem. Ačkoliv je výtah pouze minoritní částí v celkové spotřebě energie budovy, bylo by lehkomyšlné nebrat v úvahu možnost redukovat jeho náklady za spotřebu energie.

Samozřejmě je toho mnohem více, než pouze spotřeba el. energie výtahu, při posuzování dopadu výtahu, jako celku, na životní prostředí. Musí být vyroben nezbytný materiál, ze kterého se skládá, postaven a nakonec i zlikvidován nebo recyklován. Mimo to jsou potřeba další suroviny jako např. voda. [15]

4.3.1 Porovnání převodový stroj proti bezpřevodovému

Převodovka nemá konstantní účinnost. Při snižování zátěže se snižuje i její účinnost (více či méně) v závislosti na konstrukci. Standardní výtahový převod, šnekový převod, má účinnost okolo 60%-85%. Zásadním faktorem ovlivňující účinnost převodovky je převodový poměr. Čím vyšší převodový poměr, tím nižší účinnost. Díky konstrukčním vylepšením převodovek (kvalitnější olejové náplně) může být jejich účinnost zvýšena o pár jednotek procent.

Typický motor používaný v kombinaci s převodovkou, jde o asynchronní motor, má téměř konstantní účinnost v rozsahu 50 - 100 % jmenovitého zatížení. Pod a nad tímto rozsahem se účinnost snižuje.

Se synchronními motory je toto chování rozdílné. Při zvyšování zátěže (kroutícího momentu) se zvyšuje i účinnost synchronních bezpřevodových pohonů. Díky tomu jsou synchronní motory obzvláště účinné při částečném zatížení. Převodový pohon může mít lepší účinnost, než bezpřevodový při plném zatížení. Ale v praxi, pro výtah typičtější, je částečné zatížení a v tomto případě je synchronní bezpřevodový pohon výhodnější v porovnání s převodovým asynchronním pohonem.

4.3.2 VDI4707 2009

VDI4707 určuje velikost potřebného výkonu v klidovém stavu (všech komponentů) a tzv. specifickou spotřebu jízdy (účinnost jízdy). A výsledná známka je vypočítána z těchto dvou hodnot v závislosti na použité kategorii. Energetická účinnost jízdy je buď vypočítána, nebo změřena. Pro porovnávání různých výtahových systémů je tato hodnota normalizována pro 1 kg jmenovitého zatížení a při 1 m dopravního zdvihu. Díky této normalizaci může být výtah posouzen bez ohledu na jmenovitou nosnost a rychlost.

Definování cyklu:

Musí být proveden kompletní jízdní okruh s různými zátěžemi. Jednotlivé energetické hodnoty jsou posuzovány s ohledem na celkovou zátěž. Ačkoliv má výtah nepředvídatelný mix zátěžových situací, ve většině případů jezdí kabina prázdná. Pokud jsou obavy s nepřesností výpočtu spotřeby energie, musí být aktuální spotřeba výtahu změřena a prázdná kabina je nejjednodušší zátěžová situace k testování. [15]

Možné důvody rozdílů mezi spotřebou energie (předem vypočítanou) a spotřebou energie (naměřenou) mohou být:

- účinnost šachty / kvalita instalace
- vyváženost protizávaží
- účinnost stroje (převodovka teplá/studená, olej teplý/studený, atd.)
- spotřeba el. energie ostatních komponentů

Výhody hodnoty účinnosti pohonu v souladu s VDI4707:

- výtahy o různých nosnostech, rychlostech, počtu jízd mohou být přímo porovnány díky jejich účinnosti
- relativně jednoduché měření, pokud je vhodné měřicí zařízení, jako je provedení referenční jízdy a to typicky pouze s prázdnou kabinou
- všechny výtahové systémy mohou být porovnány

Nevýhody hodnoty účinnosti pohonu v souladu s VDI4707:

- vzhledem k jízdě pouze s prázdnou kabinou, se posuzují hydraulické výtahy právě při jejich nenižších výkonech oproti trakčním výtahům ve stejném okamžiku při největší zátěži.
- skutečný zátěžový mix není započítán. Toto je nevýhodou pro všechny synchronní bezpřevodové pohony, které jsou právě nejvíce účinné při částečném zatížení kabiny.
- hodnota účinnosti nemůže být přímo použita k určení elektrické spotřeby za nějakou časovou periodu (ale je téměř nemožné určit seriózně energetickou spotřebu; takže se nejedná a skutečnou nevýhodu).

Obr. 4.3 Klasifikace energetické účinnosti v souladu s VDI4707

[mWh / m kg]	≤0,56	≤0,84	≤1,26	≤1,89	≤2,8	≤4,2	> 4,2
Třída účinnosti	A	B	C	D	E	F	G

Zdroj: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vytahovych-komponentu>

Základní potřeba: zvedání nákladu

Výtah nepotřebuje energii pouze pro zvedání nákladu, ale také ji spotřebovává v klidovém stavu. Tento klidový stav může být podstatnou a až dominantní částí celkové energetické spotřeby, zvláště pokud je výtah používán pouze zřídka. Energetická účinnost v tomto případě znamená, že by vertikální přeprava měla být provedena pokud možno s co nejvyšší účinností. K nejvyšší úspoře energie může samozřejmě dojít, pokud bychom všichni používali schody, místo jízdy výtahem. Mimochodem toto také zlepší fyzickou kondici každého z nás. Ale samozřejmě, pokud musí být transportováno zboží, je mnohem jednodušší použít technické zařízení, než nošení všeho v rukou. [15]

Obr. 4.4 Graf o měsíčním provozu výtahu



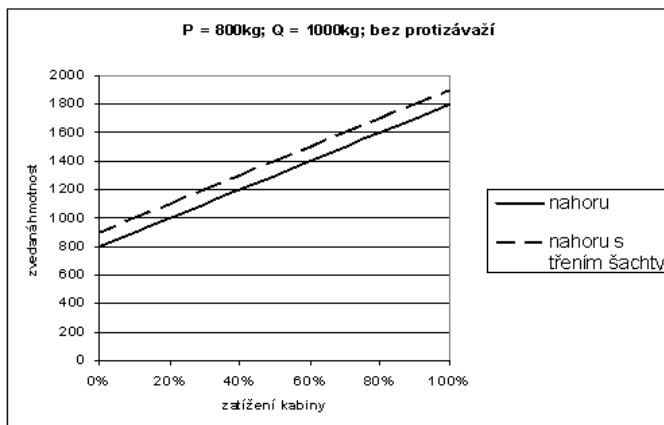
- 31 dnů záznamu v běžném panelovém domě 8 stanic, 04/2009 Děčín
- zaznamenáno celkem 6415 všech jízd (nahoru i dolů)
- plná klec jezdí velmi zřídka
- průměr pouze 200 jízd denně

Zdroj: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vyťahových-komponentu>

4.4 Rozdíl systémů: s nebo bez protizávaží

Bez protiváhy potřebujeme energii pouze pro směr jízdy vzhůru. Směr dolů za nás vykoná gravitační síla. Zátěž zvedaná nahoru je nejmenší při prázdné kabině a roste lineárně s přidáváním hmotnosti.

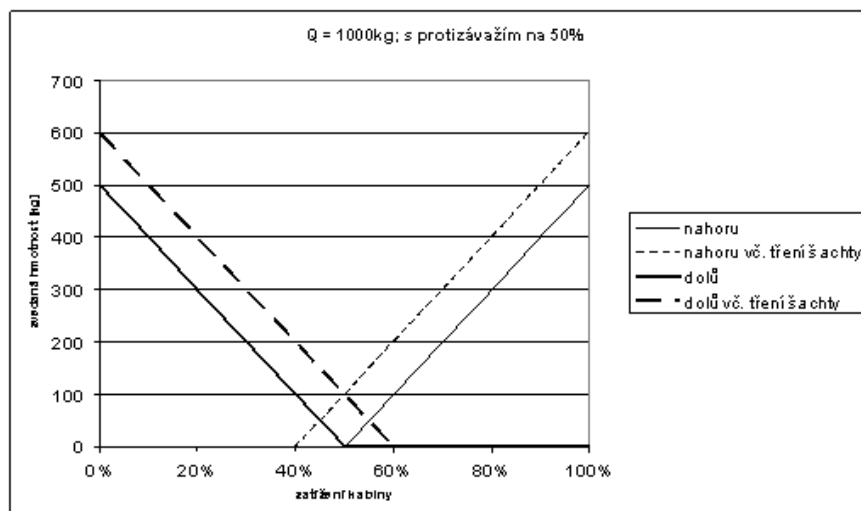
Obr. 4.5 Zvedaná hmotnost proti zatížení kabiny u výtahu bez protizávaží



Zdroj: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vyťahových-komponentu>

Proto tedy je v tomto případě nejlepší způsob úspory energie mít, pokud možno co nejlehčí kabinu. V případě, že výtah má protizávaží, ve většině případů je jmenovité zatížení vyváženo na 50%. Potom je pro výtah nejvyšší zatížení buď s prázdnou, nebo plně zatíženou kabinou. [15]

Obr. 4.6 Zvedaná hmotnost proti zatížení kabiny pro trakční výtah s protizávažím (bez rekuperace)



Zdroj: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vytahovych-komponentu>

Bez tření, je minimální zvedaná hmotnost dosažena při 50% vyvážení, kdy teoreticky nepotřebujeme žádnou energii v obou směrech. V okamžiku, kdy započítáme tření v šachtě, v tomto případě ekvivalentem je 100kg zátěže, křivky jsou posunuty a tedy energii potřebnou pro zdvih potřebujeme od 40% zátěže a více, pro směr nahoru a 60% zátěže a méně, pro směr dolů. Při započítání účinností převodovky u asynchronního motoru se zvýší nezbytný příkon a regenerační příkon se naopak sníží. Další spotřeba el. energie, je způsobena všemi ostatními instalovanými komponenty, které potřebují pro svou funkčnost elektřinu. Elektromagnetická brzda musí být otevírána, ventily spínány, osvětlení kabiny. Ale ve většině případů jsou hodnoty relativně malé, v porovnání s výkonem pracujícího pohonu

4.4 Trakční výtah s protizávažím, pohony

Porovnání přepínání rychlostí změnou pólů proti frekvenčnímu měniči

Typickým provedením výtahového stroje byla po mnoho let kombinace šnekové převodovky s 2 rychlostním pólově přepínatelným asynchronním motorem. Ale jak elektronika v průběhu posledních asi 20 let zlevnila a stala se dostupnější, do té doby standardní řešení, začalo nahrazovat o mnoho komfortnějším řešením a to jednorychlostním motorem v kombinaci s frekvenčním měničem.

Díky optimalizovanému provedení jednorychlostních motorů je účinnost při jmenovitém výkonu lepší, než je možná s 2 rychlostním motorem. U pólově přepínatelných motorů je většina ztrát

vytvořena při zapínání přímo do sítě a právě při přepínání mezi dvěma rychlostmi, v porovnání s provozem s frekvenčním měničem.

Tab. 4. 1: Porovnání 2-rychlostního polově přepínatelného motoru s 1 rychlostním as. motorem

	2 rychlostní pólově přepínatelný motor asynchronní ZU160-4/16	1 rychlostní motor s fr. měničem asynchronní VFD132- 4
jmenovitý výkon	7,5kW	7,5kW
účinnost při jm. výkonu	75%	85%
ztráty při jm. výkonu	100%	100%
ztráty při zrychlení (200 % kr. moment)	650%	265%
ztráty při zpomalení	300%	50%
průměrné ztráty zrychl. & zpomal.	510%	160%

Zdroj: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vytahovych-komponentu>

Toto porovnání je porovnatelné s hydraulickými výtahy také s frekvenčním měničem pro řízení motoru nebo s motorem zapojeným přímo do sítě a s řízenými ventily k dosažení plynulé jízdní křivky. V obou případech řízení otáček motoru fr. měničem přináší nejenom zvýšení jízdního komfortu, ale také snižování rozběhových proudů a především snižuje potřebnou energii pro vytvoření jízdy. Při rekonstrukci starého 2 rychlostního motoru se šnekovou převodovkou jsou dostupné následující možnosti pro snížení energetických požadavků těchto pohonů:

- Přidat frekvenční měnič k původnímu starému motoru ke snížení ztrát při rozjezdech a zastavování.
- Vyměnit motor za 1 rychlostní k dosažení vyšší účinnosti motoru. Samozřejmě je nutné přidání i frekvenčního měniče.
- Nový kompletní pohon. Bezpřevodový nebo s převodovkou a s frekvenčním měničem.

Je nutné podotknout, že samotný fr. měnič spotřebuje poměrnou část energie i v klidovém stavu. Pokud je výtah používán opravdu velice zřídka nemá smysl provádět tyto změny.[15]

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání různých typů pohonů a řízení výtahových systémů. Úkolem podle zadání bylo seznámení se s historickým vývojem výtahové technologie v České republice, kde největší rozmach výstavby výtahu proběhl v druhé polovině dvacátého století. Do té doby se výtahy používaly především v továrnách a průmyslových areálech k dopravě těžkých nákladů. V této době se k řízení používaly relé, které se postupně nahrazovaly ke konci dvacátého století mikroelektronikou. V dnešní době se už nové výtahy nestaví v takové míře, jako tomu bylo v druhé polovině dvacátého století, ale naopak se spíše rekonstruují a to nejen po stránce technické, ale i po stránce vzhledu či designu.

Dále se bakalářská práce zaměřuje na pohony výtahů, kde nejčastějšími pohony vyšly asynchronní motor s kotvou na krátko nebo kroužkovou kotvou a synchronní motor s permanentními magnety, který se ukazuje jako moderní a v mnoha ohledech ideálním pohonem výtahu. Není ovšem pravda že tento motor se osvědčí vzhledem ke svým provozním hodnotám všude. Největší uplatnění najde v budovách s častým využitím výtahu což jsou zejména veřejné budovy obchodní centra atd. oproti převodovému asynchronnímu stroji, který vzhledem k jeho pořizovací ceně zaujímá místo zejména v panelových domech. Oba tyto pohony jsou již řízeny v dnešní době řídicí jednotkou a frekvenčním měničem. Došlo tím ke zvýšení komfortu přepravy od dřívějšího nemilosrdného prudkého rozjezdu k dnešnímu plynulému ovládnutí jízdy. Velký důraz je v poslední době kladen na spotřebu výtahu, která za posledních 20 let klesla o stovky wattů. Důležitým a často rozhodujícím faktorem je spotřeba v klidovém stavu. Pokud uvažíme, že výtah je používán v klasickém panelovém domě o cca 12 patrech asi jen 1,5h a zbylých 22,5h je v klidovém režimu, tak zjistíme, že spotřeba v klidovém stavu by neměla být ignorována, ale naopak by se jí měla při výběru klást určitá pozornost. Rozsah spotřeby výtahového systému se všemi komponenty se pohybuje od 50 do 1600W. Jako mnoho dnešních spotřebičů ať už domácích či jiných, které mají určitou třídu spotřeby má i výtah svou tabulku energetické náročnosti, která musí být v souladu s VDI4707. Výslednou spotřebu ovlivňuje také zejména typ osvětlení kabiny a přivolávačů, chlazení motoru nebo přídavné ventilace apod.

Výsledkem této práce je tedy zjištění, že každá novější technologie přinese nový typ úspory a novou možnost ovládnutí či řízení výtahů. Je sice docela obtížné držet krok s tímto vývojem, ale nedá se říct, že by Česká republika byla nějakým způsobem pozadu oproti ostatním evropským vyspělým státům.

Seznam zdrojů

Knižní a elektronické zdroje:

- [1] JANOVSKEÝ, Lubomír; DOLEŽAL, Josef. Výtahy a eskalátory. Vyd.1. Praha : SNTL, 1980. 696s.
- [2] JANOVSKEÝ, Lubomír. Systémy a strojní zařízení pro vertikální přepravu. Vyd. 1. Praha : Ediční středisko ČVUT v Praze, 1991. 139 s. ISBN 80-01-00493-7.
- [3] JANOVSKEÝ, Lubomír. Výtahy a eskalátory II. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1974. 170 s.
- [4] Portál veřejné správy České republiky: 27/2003 Sb. Technické požadavky na výtahy – Základní ustanovení [online]. 2003. Praha: 2003. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z:
http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=27/2003&PC_8411_p=1&PC_8411_l=27/2003&PC_8411_ps=10
- [5] ŠVÁSTA, Michal. TZB-info [online]. 10. 11. 2004. Výtahy – současné normy a bezpečnostní předpisy. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2230-vytahy-soucasne-normy-a-bezpecnostni-predpisy>
- [6] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [online]. [cit. 2015- 03-20]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=94558>
- [7] Rozdělení výtahů [online] Dostupné z: <http://docplayer.cz/3741415-Dk-1-monter-vytahu.html>
- [8] Historie výtahu [online] Dostupné z:
<file:///C:/Users/PC/Downloads/materialy%20ke%20zkousce%20monter%20vytahu.pdf>
- [9] Řízení výtahu [online] Dostupné z: <http://direk.cekuj.net/index.php?p=releove-rizeni-vytahu>
- [10] Řídící algoritmus [online] Dostupné z:
https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/e/e4/Dp_2003_sislak_david.pdf
- [11] Diplomová práce Lukáše Procházky; Návrh řízeného pohonu výtahu; 2003
- [12] Stejnoseměrný motor [online] Dostupné z: www.fce.vutbr.cz/tst/rada.v/ELTECH/EL-MOTT-SS.DOC
- [13]http://31.192.69.147:81/studijni/lipova/data_li/279_AsynchroonimotorkrouzkovoukotvouUlmann.pdf
- [14] Synchronní motor [online] Dostupné z: <http://www.spse.dobruska.cz/download/sokol/SG.pdf>

[15] Energetická úspora výtahů [online] Dostupné z: <http://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/6667-energeticka-ucinnost-vytahovych-komponentu>

Ostatní materiály:

Interní materiály - Výtahy – Elektro Žižka spol. s r.o.

Interní materiály - Elektropohony spol. s r.o.

Příloha č. 1 Normy pro stavbu výtahu v ČR

ČSNEN 81-1+A3	Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Část 1: Elektrické výtahy
ČSN EN 60204-32	Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 32: Zvláštní požadavky na elektrická zařízení zdvihacích strojů
ČSN 33 2570	Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení výtahů.
ČSNEN 12015	Elektromagnetická kompatibilita - Skupina norem pro výtahy, pohyblivé schody a pohyblivé chodníky - Vyzařování.
ČSNEN 12016+A1	Elektromagnetická kompatibilita - Skupina norem pro výtahy, pohyblivé schody a pohyblivé chodníky - Odolnost. ČSNISO 4190 Elektrické výtahy.
ČSN 33 1500	Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
ČSNISO 4190-5	Elektrické výtahy. Část 5: Ovládací prvky, druhy signalizace a další příslušenství.
ČSN 274000	Elektrické výtahy. Názvosloví.
ČSN 274010	Slovník elektrických výtahů, pohyblivých schodů a chodníků.